



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0042297
Application Number

출원년월일 : 2002년 07월 19일
Date of Application JUL 19, 2002

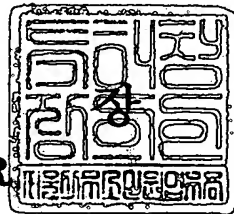
출원인 : 주식회사 하이닉스반도체
Applicant(s) Hynix Semiconductor Inc.



2003 년 05 월 14 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0092
【제출일자】	2002.07.19
【발명의 명칭】	배치형 원자층증착장치 및 그의 인시튜 세정 방법
【발명의 영문명칭】	Batch type Atomic Layer Deposition and method for insitu-cleaning in the batch type atomic layer deposition
【출원인】	
【명칭】	주식회사 하이닉스반도체
【출원인코드】	1-1998-004569-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】	2000-049307-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	권혁진
【성명의 영문표기】	KWON,Hyug Jin
【주민등록번호】	600123-1051214
【우편번호】	134-070
【주소】	서울특별시 강동구 명일동 44 신동아아파트 1-1006
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 신성 (인) 특허법인 신
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	10 면 10,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	0 항 0 원
【합계】	39,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 세정가스가 중앙으로부터 방사형태로 공급됨에 따른 세정효율 저하를 방지하는데 적합한 배치형 원자충증착장치 및 그의 세정 방법을 제공하기 위한 것으로, 본 발명의 배치형 원자충 증착장치는 상부판, 하부판 및 측벽으로 이루어져 소정 체적을 이루는 챔버, 상기 챔버내에 위치하며 그 중앙으로부터 등거리에 방사형태로 복수매의 웨이퍼가 장착된 회전판, 상기 회전판의 상면 중앙에 대향하며 상기 상부판의 중앙을 관통하여 상기 웨이퍼위로 가스를 흘려보내는 방사형 샤워헤드, 상기 회전판의 저면과 소정 거리를 두고 상기 하부판상에 위치하며 상기 웨이퍼의 위치별 온도 조절이 가능한 히팅존을 갖는 히팅판, 상기 상부판의 상면에 부착된 쿨링판, 상기 쿨링판과 상기 방사형 샤워헤드의 입구 사이에 삽입되어 상기 방사형 샤워헤드의 입구를 에워싸는 플라즈마여기 전극, 상기 상부판과 상기 방사형 샤워헤드의 출구 사이에 삽입되어 상기 방사형 샤워헤드의 출구를 에워싸는 이온추출 전극을 포함한다.

【대표도】

도 7

【색인어】

배치형 원자충증착, ALD, 플라즈마여기 전극, 이온추출 전극, 세정, 인시튜

【명세서】

【발명의 명칭】

배치형 원자층증착장치 및 그의 인시튜 세정 방법{Batch type Atomic Layer Deposition and method for insitu-cleaning in the batch type atomic layer deposition}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래기술에 따른 순회파형 방식의 원자층 증착 장치의 개략도,
도 2는 종래기술에 따른 배치형 원자층 증착장치의 개략도,
도 3a은 도 2에 도시된 원자층증착장치의 인시튜 세정 방법을 도시한 도면,
도 3b는 도 3a에 따른 인시튜 세정 결과를 도시한 도면,
도 3c 및 도 3d는 회전판의 위치별 주사전자현미경 사진,
도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 배치형 원자층 증착 장치의 구조도,
도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 배치형 원자층 증착 장치의 구조도,
도 6은 도 4에 도시된 원자층증착장치의 인시튜 세정 방법을 도시한 도면,
도 7은 도 5에 도시된 원자층증착장치의 인시튜 세정 방법을 도시한 도면.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

40 : 반응챔버

41a : 상부판

41b : 하부판

41c : 측벽

42 : 방사형 샤워헤드

43 : 히팅판

44 : 회전축

45 : 회전판

46 : 웨이퍼

47 : 배출구

48 : 쿨링판

49 : 플라즈마여기 전극

53 : 이온추출 전극

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<18> 본 발명은 원자층증착(Atomic Layer Deposition; ALD) 장치에 관한 것으로, 특히 배치형(batch type) 원자층 증착장치의 세정 방법에 관한 것이다.

<19> 최근에는, 화학기상증착법(Chemical Vapor Deposition; CVD)이 매우 큰 종횡비(Aspect ratio)를 갖는 구조에는 단차피복성(Step coverage)의 한계로 적용이 어렵기 때문에, 이러한 단차피복성의 한계를 극복하기 위해 표면 반응을 이용한 원자층증착법(Atomic Layer Deposition; ALD)이 적용되고 있다.

<20> 도 1은 종래기술에 따른 순회파형(Travelling wave) 방식의 원자층 증착 장치의 개략도이다.

<21> 도 1에 도시된 바와 같이, 순회파형 방식의 챔버(10)는 터널형상이며, 챔버(10)내 바닥에 웨이퍼(11)가 장입되고, 챔버(10)의 일측에 소스가스, 반응가스 또는 퍼지가스가

주입되는 가스주입통로(12a, 12b)가 구비되며, 챔버(10)의 타측에는 가스를 배출하기 위한 펌프(13)가 구비된다.

<22> 상술한 순회파형 방식의 장치에서의 원자층 증착은, 챔버내에 웨이퍼를 로딩시킨 후 챔버(10)내에 소스가스(A)를 주입하여 웨이퍼(11)상에 소스가스(A)을 화학흡착 (Chemical absorption)시키는 과정을 수행한 후, 비활성가스(inert gas) 등의 퍼지 (Purge)가스를 주입하여 여분의 소스가스(A)를 배출시키는 과정을 수행하며, 반응가스 (B)를 주입하여 웨이퍼상에 화학흡착된 소스가스(A)와 반응가스(B)의 표면반응을 유도하여 원자층(C)을 증착하는 과정을 수행한 후, 다시 비활성가스 등의 퍼지가스를 주입하여 여분의 반응가스 및 반응부산물을 배출시키는 과정을 수행한다.

<23> 상술한 과정들을 1사이클(1 cycle)로 하여 반복 진행하므로써 원하는 두께의 원자층 박막을 증착한다.

<24> 상술한 종래기술은 컨포멀(conforma)하고 균일(uniformity)한 박막을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 소스가스와 반응가스를 비활성 가스로 서로 분리하여 챔버에 공급하기 때문에 화학기상증착법(CVD)에 비하여 가스위상반응(gas phse reaction)에 의한 파티클 생성을 억제할 수 있다. 또한, 소스가스와 웨이퍼의 다중충돌에 의해 소스가스의 사용효율을 개선시키고 사이클시간을 줄일 수 있다.

<25> 그러나, 상술한 종래기술은 쓰루풋(throughput)이 3~4WPH(Wafer Per Hours)로 양산 적용시 많은 장치와 공간 및 유지 비용이 필요한 단점이 있다.

<26> 상술한 단점을 극복하기 위해 도 2에 도시된 배치형 원자층 증착장치가 본 출원인에 의해 출원된 바 있다[특허출원번호 10-2002-27614호 참조].

<27> 도 2에 도시된 바와 같이, 측벽(31c), 상부판(31a) 및 하부판(31b)으로 이루어지는 반응챔버(30), 반응챔버의 상부판(31a)의 중앙을 관통하여 소스가스(TiCl_4), 반응가스(NH_3), 퍼지가스(Ar) 및 세정가스(Cl_2) 등의 가스를 방사 주입시키는 홀형 샤워헤드(32), 하부판(31b)상에 부착되며 웨이퍼의 위치별 온도조절이 가능한 히팅판(33), 하부판(31b)과 히팅판(33)의 중앙을 동시에 관통하는 회전축(34), 그 중앙으로부터 등거리에 복수매의 웨이퍼(36)가 안착되며 그 저면 중앙이 회전축(34)에 고정된 회전판(35), 회전판(35) 가장자리에 인접한 측벽(31c)을 따라 하부판(31b)을 관통하여 홀형 샤워헤드(32)로부터 유입된 가스를 외부로 배출시키는 배플(Baffle) 구조의 배출구(37)를 구비한다. 회전판(35)의 상면에는 웨이퍼(36)가 안착되는 안착용 홈(35a)이 구비되어 웨이퍼(36)의 저면에 원자층이 증착되는 현상을 방지함과 동시에 회전판(35) 회전시 웨이퍼(36)가 흔들리는 것을 방지한다.

<28> 그리고, 히팅판(33)은 중앙으로부터 대칭되는 3개의 히팅존[원자층박막 증착을 위한 웨이퍼 히팅 구간을 세영역으로 구분함; Z_1, Z_2, Z_3]으로 구분되며, 각 히팅존은 소정 간격을 갖는 고리형 아크등(ARC lamp; 33a)의 배열이다.

<29> 자세히 설명하면, 히팅판(33)은 회전판(35)의 바로 아래에 위치하는데, 3개의 히팅존 중 샤워헤드(32)로부터 가장 근접하는 제1히팅존(Z_1)은 3개의 아크등(33a)으로 이루어지고, 회전판(35)의 가장자리에 근접하는 제3히팅존(Z_3)은 하나의 아크등(33a)으로 이루어지며, 제1히팅존(Z_1)과 제3히팅존(Z_3) 사이의 제2히팅존(Z_2)은 두개의 아크등(33a)으로 이루어진다.

- <30> 도 2에 도시된 배치형 원자층 증착장치는 원자층증착공정의 증착속도 및 균일도 확보가 용이하고, 사이클 시간을 감소시키면 공정 쓰루풋은 TiN의 경우 한 챔버당 12WPH로 양산성이 확보되는 장점이 있다.
- <31> 도 2의 배치형 원자층 증착장치를 이용하여 TiN의 증착을 진행한 후, Cl₂ 가스를 TiCl₄ 가스라인(32a)을 통해 중앙 홀로부터 방사형태의 가스공급기를 이용하여 반응챔버 내부 표면의 세정을 수행하였다. 이와 같은 배치형 원자층 증착장치에서의 인시튜 세정 (insitu cleaning)은 웨이퍼(36) 뒷면에서 TiN이 증착되는 것을 제어해주고, 회전판(35)의 웨이퍼 안착용 홈(35a)[통상적으로 서셉터라고 일컬음]내에 파티클 생성 방지가 필요한 양산 ALD TiN 장치를 위해서 반드시 필요한 과정이다.
- <32> 도 3a은 종래기술에 따른 인시튜 세정 방법을 도시한 도면이다.
- <33> 도 3a을 참조하면, 홀형 샤워헤드(32)를 통하여 Cl₂(800sccm)/Ar(800sccm)이 가스 라인(32a, 32b)을 통해 반응챔버(30) 중앙으로부터 연속적으로 회전판(35)의 중심으로 유입되므로, Cl₂ 가스의 밀도가 중앙에 조밀하게 분포되어 방사형으로 퍼지면서 회전판(35)이나 웨이퍼(36)의 안착용 홈(35a) 표면에 증착된 TiN막을 열적으로 분해시켜 세정해주는 구조를 갖고 있다. 회전판(45)의 저면에 흐르는 아르곤가스(Ar)는 회전판(45)의 저면에 막이 증착되는 것을 방지하기 위해 별도의 라인을 통해 공급한다.
- <34> 위에 언급한 Cl₂ 세정 조건 및 장치 구성으로 인시튜 세정시, 도 3b에 도시된 바와 같이, 회전판(35)의 주변 및 안착용 홈(35a)은 세정이 잘 이루어지는데 반해, 회전판(35) 중앙 부분에 증착된 TiN막이 도 3b에 도시한 것과 같이 두께에 따라 링패턴(38)이 형성되어 세정 효율이 크게 떨어지는 문제가 있다.

- <35> 도 3c 및 도 3d는 회전판의 위치별 주사전자현미경 사진으로서 회전판(35)의 주변 및 안착용 홈(35a)은 세정이 잘 이루어지는데 반해(도 3c), 회전판(35) 중앙 부분에는 세정이 되지 않아 링패턴(38)이 형성되고 있음을 알 수 있다.
- <36> X-ray 막 분석결과, TiN 결정구조 피크 존재하지 않으며 그이의 결정구조 피크가 발견되지 않는 것으로 보아 비정질 구조로 판단된다.
- <37> 위와 같은 문제점은 Cl_2 가스가 중앙으로부터 공급되는 배치형 원자층 증착장치의 구조에서 Cl_2 인시튜 세정시, 증착된 TiN막과 Cl_2 가 반응하여 반응부산물(TiCl_4 , N_2)로 분해되어 회전판(35) 중앙 부분으로부터 탈착되어 펄떡아웃되어야 하나, 도 3d에 보는 바와 같이, 회전판 중앙 부분만 땀뿔(bamboo) 또는 툴그래스(tall grass)형의 부산물이 형성되기 때문이다.
- <38> 회전판(35) 부위를 450°C 로 추가 가열한다고 하더라도 링패턴은 제거되지 않으며, 원자층증착(ALD) 공정의 변수인 $\text{TiCl}_4/\text{Ar}/\text{NH}_3$ 가스의 양이나 사이클 시간 및 회전판과 상부판(31a) 사이의 갭 등을 변화시켜도 링패턴 크기의 정도가 약간의 차이가 있을 뿐 근본적인 제거 효과를 얻을 수 없다.
- <39> 그 원인으로는 Cl_2 가스가 중앙부위에서 집중적으로 공급되어 과도한 Cl_2 분위기로 생성된 부산물이 원활히 탈착되지 못하여 재증착되는 현상에 기인한 것이며, 또한 웨이퍼 전부분에 고르게 가스를 공급해주는 샤워헤드형보다 배치형 원자층증착장치는 모든 반응가스가 상부판(31a) 중앙으로부터 공급되므로 불순물 레벨(금속 성분들)이 중앙에 집중되어 Cl_2 가스와 반응을 하더라도 부산물이 원활하게 탈착되지 못하기 때문이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<40> 본 발명은 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 세정가스가 중앙으로부터 방사형태로 공급됨에 따른 세정효율 저하를 방지하는데 적합한 배치형 원자충증착장치 및 그의 세정 방법을 제공하는데 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<41> 상기 목적을 달성하기 위한 배치형 원자충증착장치는 상부판, 하부판 및 측벽으로 이루어져 소정 체적을 이루는 챔버, 상기 챔버내에 위치하며 그 중앙으로부터 등거리에 방사형으로 복수매의 웨이퍼가 장착된 회전판, 상기 회전판의 상면 중앙에 대향하며 상기 상부판의 중앙을 관통하여 상기 웨이퍼위로 가스를 흘려보내는 방사형 샤워헤드, 상기 회전판의 저면과 소정 거리를 두고 상기 하부판상에 위치하며 상기 웨이퍼의 위치별 온도 조절이 가능한 히팅존을 갖는 히팅판, 상기 상부판의 상면에 부착된 쿨링판, 및 상기 쿨링판과 상기 방사형 샤워헤드의 입구 사이에 삽입되어 상기 방사형 샤워헤드의 입구를 에워싸는 플라즈마여기 전극을 포함함을 특징으로 하고, 상기 상부판과 상기 방사형 샤워헤드의 출구 사이에 삽입되어 상기 방사형 샤워헤드의 출구를 에워싸는 이온추출 전극을 더 포함함을 특징으로 한다.

<42> 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

<43> 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 배치형 원자층 증착 장치의 구조도이다.

<44> 도 4를 참조하면, 측벽(41c), 상부판(41a) 및 하부판(41b)으로 이루어지는 반응챔버(40), 반응챔버(40)의 상부판(41a)의 중앙을 관통하여 가스주입라인(42a, 42b)을 통해 공급되는 소스가스, 반응가스, 퍼지가스 및 세정가스 등의 가스를 방사 주입시키는 방사형 샤워헤드(42), 하부판(41b)상에 부착된 히팅판(43), 하부판(41b)과 히팅판(43)의 중앙을 동시에 관통하는 회전축(44), 챔버(40)내에 위치하며 그 중앙으로부터 등거리에 방사형으로 복수매의 웨이퍼(46)가 안착되며 그 저면 중앙이 회전축(44)에 고정된 회전판(45), 회전판(45) 가장자리에 인접한 측벽(41c)을 따라 히팅판(43)과 하부판(41b)을 관통하여 방사형 샤워헤드(42)로부터 유입된 가스를 외부로 배출시키는 배플 구조의 배출구(47), 상부판(41a)상에 부착된 쿨링판(cooling plate, 48), 쿨링판(48)과 방사형 샤워헤드(42)의 입구 사이에 삽입되어 방사형 샤워헤드(42)의 입구를 에워싸며 RF(Radio Frequency) 파워가 공급되는 링(ring) 형태의 플라즈마여기 전극(plasma excitement electrode, 49)이 구비된다. 여기서, 플라즈마여기 전극(49)은 세정가스인 Cl_2/Ar 가스가 플로우될 때 플라즈마(plasma)를 여기시켜 Cl_2 라디칼을 형성하므로써 Cl_2 라디칼의 활성화된 분자들과 증착된 TiN과의 반응을 촉진시킨다.

<45> 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 배치형 원자층증착장치의 구조도이다.

<46> 도 5를 참조하면, 측벽(41c), 상부판(41a) 및 하부판(41b)으로 이루어지는 반응챔버(40), 반응챔버(40)의 상부판(41a)의 중앙을 관통하여 가스주입라인(42a, 42b)을 통해 공급되는 소스가스, 반응가스, 퍼지가스 및 세정가스 등의 가스를 방사 주입시키는 방사형 샤워헤드(42), 하부판(41b)상에 부착된 히팅판(43), 하부판(41b)과 히팅판(43)의 중앙을 동시에 관통하는 회전축(44), 챔버(40)내에 위치하며 그 중앙으로부터 등거리에

방사형으로 복수매의 웨이퍼(46)가 안착되며 그 저면 중앙이 회전축(44)에 고정된 회전판(45), 회전판(45) 가장자리에 인접한 측벽(41c)을 따라 히팅판(43)과 하부판(41b)을 관통하여 방사형 샤워헤드(42)로부터 유입된 가스를 외부로 배출시키는 배플 구조의 배출구(47), 상부판(41a)상에 부착된 쿨링판(48), 쿨링판(48)과 방사형 샤워헤드(42)의 입구 사이에 삽입되어 방사형 샤워헤드(42)의 입구를 에워싸며 RF 파워가 공급되는 링 형태의 플라즈마여기 전극(49)이 구비되고, 상부판(41a)과 방사형 샤워헤드(42)의 출구 사이에 삽입되어 방사형 샤워헤드(42)의 출구를 에워싸는 이온추출전극(ion extraction electrode, 53)을 포함한다.

<47> 여기서, 이온추출전극(53)은 가스주입라인(42b)을 통해 주입되는 Cl_2 분자들로부터 이온화된 Cl^- 이온을 추출하기 위한 전극이다.

<48> 결국, 도 5에서는 플라즈마여기 전극(49)과 이온추출전극(53)을 동시에 구비하므로써 이온화된 Cl^- 이온을 통해 기생 TiN박막의 세정 효과를 증대시킨다.

<49> 도 4 및 도 5에서, 방사형 샤워헤드(42)(또는 콘형 샤워헤드라고도 일컬음)는 홀형 샤워헤드에 비해 막증착 균일도가 향상되며, 쿨링판(48)을 상부판(41a)상에 위치시키므로써 상부판(41a)에 막이 증착되는 것을 방지한다.

<50> 그리고, 히팅판(43)은 3개의 히팅존[원자층박막 증착을 위한 웨이퍼 히팅 구간을 세영역으로 구분함; Z_1, Z_2, Z_3]으로 구분되며, 각 히팅존은 소정 간격을 갖는 고리형 아크등(43a)의 배열을 갖는다.

<51> 자세히 설명하면, 히팅판(43)은 회전판(45)의 바로 아래에 위치하는데, 3개의 히팅존 중 방사형 샤워헤드(42)로부터 가장 근접하는 제1 히팅존(Z_1)은 3개의 아크등(43a)으

로 이루어지고, 회전판(45)의 가장자리에 근접하는 제3 히팅존(Z_3)은 하나의 아크등(43a)으로 이루어지며, 제1 히팅존(Z_1)과 제3 히팅존(Z_3) 사이의 제2히팅존(Z_2)은 두개의 아크등(43a)으로 이루어진다.

<52> 따라서, 아크등(43a)의 파워율을 조절하면 각 히팅존의 온도를 다르게 할 수 있다. 예컨대, 제2 히팅존(Z_2)에서의 아크등 파워율을 기준으로 제1 히팅존(Z_1)에서의 아크등 파워율을 높이고 제3 히팅존(Z_3)에서의 아크등파워율을 낮출 수 있으며, 반대로 제1 히팅존(Z_1)에서의 아크등 파워율을 낮추고 제3 히팅존(Z_3)에서의 아크등 파워율을 높힐 수 있다. 한편, 아크등의 파워율은 원자충박막이 증착될 웨이퍼의 온도를 결정하는 변수로서, 아크등의 세팅온도는 원자충박막이 증착될 온도로 웨이퍼를 히팅시킬 수 있는 온도이다.

<53> 그리고, 회전판(45)의 상면에는 웨이퍼(46)가 안착되는 안착용 홈(45a)이 구비되어 웨이퍼(46)의 저면에 원자충이 증착되는 현상을 방지함과 동시에 회전판(45) 회전시 웨이퍼(46)가 흔들리는 것을 방지한다.

<54> 상기한 구성을 갖는 원자충 증착 장치에서, 소스가스, 반응가스, 퍼지가스 및 세정가스가 상부판(41a)의 중앙(즉, 방사형 샤워헤드)으로부터 공급되고, 공급된 가스들은 회전판(45)의 외측으로 순회파형의 플로우를 형성하며, 회전판(45) 외측의 배출구(47)를 통해 반응챔버(40) 외부로 펌핑된다.

<55> 그리고, 증착 균일도 확보 및 웨이퍼 장착을 위해 회전판(45)을 회전시키고, 회전판(45)의 저면에 막이 증착되는 것을 방지하기 위해 회전판(45)의 저면에는 항상 Ar 등의 비활성가스가 흐르고 있다. 여기서, 회전판(45)의 저면에 흐르는 비활성가스는 반응챔버(40)의 외부로부터 별도의 가스주입라인(도시 생략)을 통해 공급한다.

- <56> 상술한 바와 같이, 방사형 샤워헤드(42)를 통해 반응챔버(40)의 중앙으로부터 가스가 공급되고, 회전판(45)에 복수매의 웨이퍼(46)를 안착시키며, 원자층 박막이 증착될 웨이퍼(46)의 온도를 세 히팅존(Z_1, Z_2, Z_3)으로 구분하여 제어함으로써 증착되는 TiN막의 표면저항 균일도를 확보한다.
- <57> 한편, 고리형 아크등(43a)의 배열로 이루어지는 히팅판(43)은 웨이퍼(46)의 전영역에 걸쳐 균일한 온도를 유지시키는 대신 서로 다른 온도분포를 갖도록 하기 위해 각 히팅존의 히팅파워율을 다르게 한다.
- <58> 도 6은 도 4에 도시된 원자층증착장치의 인시튜 세정 방법을 도시한 도면이다.
- <59> 도 6을 참조하면, 웨이퍼(46)상에 TiN막(50a)을 증착한 후, 회전판(45)의 중아부위에 잔류하는 기생 TiN막(50b)을 제거하기 위한 세정과정을 수행한다.
- <60> 먼저, 소스가스, 반응가스 및 퍼지가스가 주입되었던 가스주입라인(42a, 42b)을 통해 세정가스를 주입한다. 이때, 세정가스는 Ar, Cl_2 이고, 각 가스주입라인(42a, 42b)을 통해 독립적으로 주입된다. 예컨대, Ar은 500sccm~1000sccm의 유량으로 주입되고, Cl_2 가스는 200sccm~800sccm의 유량으로 주입되며, 각 가스의 유량은 플라즈마 안정도 상태에 따라 조절가능하다.
- <61> 그후, 방사형 샤워헤드(42)를 세정가스가 통과할 때 플라즈마여기 전극(49)에 100W~600W의 RF 파워(13.56MHz)를 인가하여 각 가스주입라인(42a, 42b)을 통해 주입되는 Cl_2 /Ar 가스(52)가 플로우될 때 플라즈마를 여기시켜 Cl_2 라디칼(radical)을 형성시킨다. 즉, Cl_2 라디칼을 활성화된 분자라 하며, Cl_2 라디칼은 활성화된 Cl_2 분자

(51)를 의미한다. 이때, 플라즈마 여기서 챔버 압력은 1torr~20torr 범위에서 조절한다.

<62> 결국, 활성화된 Cl_2 분자들(51)을 방사형태로 공급하여 회전판(45)의 중앙부위에 증착된 기생 TiN막(50b)과의 반응을 촉진시킨다.

<63> 즉, 활성화된 Cl_2 분자들(51)과 기생 TiN막(50b)을 반응시키면 활성화된 Cl_2 분자들(51)에 의해 반응이 촉진됨에 따라 기생 TiN막(50b)이 반응부산물(TiCl_4 , N_2)로 분해되어 회전판(45) 중앙 부분으로부터 쉽게 탈착되어 펌핑아웃된다.

<64> 도 6에 도시된 세정시, 활성화된 Cl_2 분자들(51)이 방사형 샤워헤드(42)를 통해 방사형태로 공급되기 때문에 회전판(45)의 중앙부위에서 집중적으로 공급되지 않고 넓게 고르게 공급되어 반응부산물이 원활히 탈착된다. 즉, 반응부산물이 재증착되는 현상을 방지한다.

<65> 도 7은 도 5에 도시된 원자층증착장치의 인시튜 세정 방법을 도시한 도면이다.

<66> 도 7을 참조하면, 웨이퍼(46)상에 TiN막(50a)을 증착한 후, 회전판(45)의 중앙부위에 잔류하는 기생 TiN막(50b)을 제거하기 위한 세정과정을 수행한다.

<67> 먼저, 소스가스, 반응가스 및 퍼지가스가 주입되었던 가스주입라인(42a, 42b)을 통해 세정가스를 주입한다. 이때, 세정가스는 Ar, Cl_2 이고, 각 가스주입라인(42a, 42b)을 통해 독립적으로 주입된다. 예컨대, Ar은 500sccm~1000sccm의 유량으로 주입되고, Cl_2 가스는 200sccm~800sccm의 유량으로 주입되며, 각 가스의 유량은 플라즈마 안정도 상태에 따라 조절가능하다.

- <68> 다음에, 세정가스가 방사형 샤워헤드(42)를 통과할 때 플라즈마여기 전극(49)에 100W~600W의 RF 파워(13.56MHz)를 인가하여 각 가스주입라인(42a, 42b)을 통해 주입되는 Cl_2/Ar 가스가 플로우될 때 플라즈마를 여기시켜 활성화된 Cl_2 분자를 형성시킨다. 이때, 플라즈마 여기시 챔버 압력은 1torr~20torr 범위에서 조절한다.
- <69> 다음에, 이온추출전극(52)에 이온추출전압(ion extraction voltage)으로서 -500V~-50V의 DC 전압을 인가하여 활성화된 Cl_2 분자들을 네가티브 이온화시켜 다량의 Cl^- 이온을 생성시키고, 방사형 샤워헤드(42)의 출구에 삽입된 이온추출전극(53)에 의해 Cl^- 이온이 흐를 때 전기적렌즈효과(54)가 발생되고, 이 전기적렌즈효과(54)에 의해 Cl^- 이온들은 가속이온궤도(accelated ion trajectory, 55)를 갖는다.
- <70> 즉, Cl_2 분자로부터 이온화된 Cl^- 이온들이 가속이온궤도(55)에 따라 회전판(45)으로 가속되어 회전판(45)상의 기생 TiN막(50b)을 스퍼터링효과에 의해 제거해낸다.
- <71> 결국, 스퍼터링 효과에 의해 화학적 및 물리적 식각을 도모할 수 있기 때문에 Cl_2 인시튜 세정 효과를 크게 개선할 수 있다. 스퍼터링 효과를 얻기 위해, 즉 스퍼터링 영역을 넓히기 위해 방사형 샤워헤드(42)의 출구의 각도(α)를 크게 하고, 상부판(41a)과 회전판(45)간 간격(d)을 조절한다.
- <72> 예컨대, 방사형 샤워헤드(42)의 출구의 각도(α)는 $120^\circ \sim 160^\circ$ 을 유지될 수 있고, 이때, 이온추출전극(52)에 인가되는 전압에 따라 추출된 Cl^- 이온의 가속이온궤도(55)를 조절하여 세정되는 면적을 조절할 수 있다.
- <73> 만약 방사형 샤워헤드(42)의 출구의 각도(α)를 160° 보다 크게 할 경우, 추출된 Cl^- 이온의 가속이온궤도(55)가 더 넓게 퍼져 스퍼터링 영역이 커지는 반면 단위면적당

가속된 Cl^- 이온의 밀도가 떨어져 세정효과가 감소된다. 반대로 방사형 샤워헤드(42)의 출구의 각도(α)를 120° 보다 작게 할 경우에는, 추출된 Cl^- 이온의 이온궤도가 좁아져 스퍼터링영역이 작아지 세정효과가 떨어질 수 있다.

<74> 그리고, 방사형 샤워헤드(42)와 회전판(45)간 간격(d)은 3.5mm~7mm을 유지하여 방사형샤워헤드(42)의 출구의 각도(α)와 더불어 증착된 TiN막(50a)의 막특성(R_s , 두께 균일도)에 영향을 주지 않는 범위에서 스퍼터링 효과에 의한 세정 효과를 크게 한다.

<75> 상술한 실시예들에서는 TiN막의 증착후 세정 방법에 대해 설명하였으나, 본 발명은 SiN, NbN, ZrN, TiN, TaN, Y_3N_5 , AlN, GaN, WN, BN, WBN, WSiN, TiSiN, TaSiN, AlSiN, AlTiN, Al_2O_3 , TiO_2 , HfO_2 , Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , CeO_2 , Y_2O_3 , SiO_2 , In_2O_3 , RuO_2 , IrO_2 , SrTiO_3 , PbTiO_3 , SrRuO_3 , CaRuO_3 , $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$, $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$, $(\text{Pb}, \text{La})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$, $(\text{Sr}, \text{Ca})\text{RuO}_3$, $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{RuO}_3$, Al, Cu, Ti, Ta, Mo, Pt, Ru, Ir, W 또는 Ag중에서 선택된 박막을 원자층 증착하는 경우에도 적용가능하며, 아울러 이들 박막의 증착후 세정시에도 적용가능하다.

<76> 한편, 상술한 질화물, 금속산화물 및 금속막은 반도체소자의 제조 공정 중 게이트 산화막, 게이트전극, 캐패시터의 상/하부전극, 캐패시터의 유전막, 확산배리어막, 금속 배선으로 적용하고 있는 물질들로서 배치형 원자층증착장치의 적용가능성이 높다.

<77> 또한, 본 발명의 원자층증착장치는 200mm 웨이퍼를 4장 장착할 수 있는 큰 체적의 반응챔버이므로, 300mm 웨이퍼의 경우에도 200mm 웨이퍼에서 확보한 공정 조건을 그대로 사용 가능하다. 예컨대, 300mm 웨이퍼인 경우에는 3장의 웨이퍼가 하나의 챔버에 장착될 것이다.

<78> 본 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

【발명의 효과】

<79> 상술한 본 발명은 배치형 원자층증착장치의 양산공정 확보와 더불어 인시튜 세정 적용시 생산성 향상 및 원가절감을 구현할 수 있는 효과가 있다.

<80> 또한, 300mm 웨이퍼의 경우에도 200mm 웨이퍼에서 확보한 증착 및 인시튜세정 공정 조건을 그대로 사용 가능하므로 300mm 웨이퍼 공정을 조기 셋업할 수 있는 효과가 있다.

<81> 또한, 통상적인 반도체 제조 공정에 적용할 수 있어 배치형 원자층 증착 공정 및 양산에 필요한 인시튜세정 기술을 확보할 수 있는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

상부판, 하부판 및 측벽으로 이루어져 소정 체적을 이루는 챔버;

상기 챔버내에 위치하며 그 중앙으로부터 등거리에 방사형으로 복수매의 웨이퍼가 장착된 회전판;

상기 회전판의 상면 중앙에 대향하며 상기 상부판의 중앙을 관통하여 상기 웨이퍼 위로 가스를 흘려보내는 방사형 샤워헤드;

상기 회전판의 저면과 소정 거리를 두고 상기 하부판상에 위치하며 상기 웨이퍼의 위치별 온도 조절이 가능한 히팅존을 갖는 히팅판;

상기 상부판의 상면에 부착된 쿨링판; 및

상기 쿨링판과 상기 방사형 샤워헤드의 입구 사이에 삽입되어 상기 방사형 샤워헤드의 입구를 에워싸는 플라즈마여기 전극

을 포함함을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 상부판과 상기 방사형 샤워헤드의 출구 사이에 삽입되어 상기 방사형 샤워헤드의 출구를 에워싸는 이온추출 전극을 더 포함함을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 이온추출 전극은 DC 전압이 공급되는 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착 장치.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 플라즈마여기 전극은, 링형태이며 RF 파워가 공급되는 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 방사형 샤워헤드의 출구의 각도는 $120^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 사이인 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 방사형 샤워헤드와 상기 회전판간 간격은 $3.5\text{mm} \sim 7\text{mm}$ 인 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치.

【청구항 7】

상기 제1항의 배치형 원자충증착장치의 세정 방법에 있어서,

상기 웨이퍼상에 원자충박막을 증착하는 단계;

상기 방사형 샤워헤드에 세정가스를 주입하는 단계;

상기 세정가스가 상기 방사형 샤워헤드를 통과할 때 상기 플라즈마여기 전극에 RF 파워를 인가하는 단계;

상기 플라즈마여기 전극에 의해 활성화된 상기 세정가스의 분자와 상기 회전판상의 기생 원자충박막을 반응시키는 단계

를 포함함을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치의 인시튜 세정 방법.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 플라즈마여기 전극에 100W~600W의 RF 파워를 인가하는 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치의 인시튜 세정 방법.

【청구항 9】

제7항에 있어서,

상기 세정가스는 Cl_2/Ar 의 혼합가스이되, 각각 독립적으로 주입하는 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치의 인시튜 세정 방법.

【청구항 10】

상기 제2항의 배치형 원자충증착장치의 세정 방법에 있어서,

상기 웨이퍼상에 원자충박막을 증착하는 단계;

상기 방사형 샤워헤드에 세정가스를 주입하는 단계;

상기 플라즈마여기 전극에 RF 파워를 인가하여 상기 세정가스의 활성화된 분자를 생성시키는 단계;

상기 이온추출전극에 이온추출전압을 인가하여 상기 활성화된 분자를 이온화시키는 단계; 및

상기 이온화된 분자를 상기 회전판상의 기생 원자충박막과 충돌시키는 단계

를 포함함을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치의 인시튜 세정 방법.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 이온추출전극에 인가되는 이온추출전압은 $-500V \sim -50V$ 인 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치의 인시튜 세정 방법.

【청구항 12】

제10항에 있어서,

상기 플라즈마여기 전극에 100W~600W의 RF 파워를 인가하는 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치의 인시튜 세정 방법.

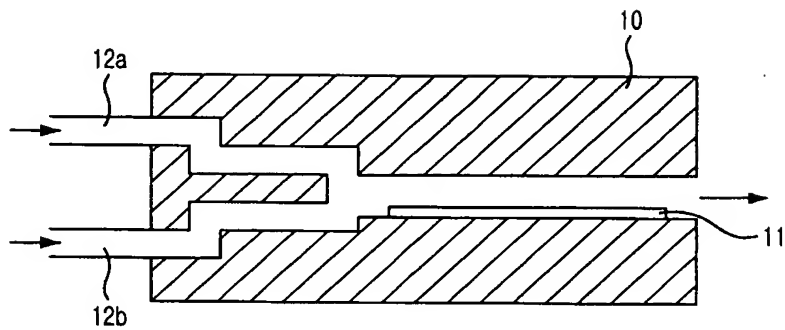
【청구항 13】

제10항에 있어서,

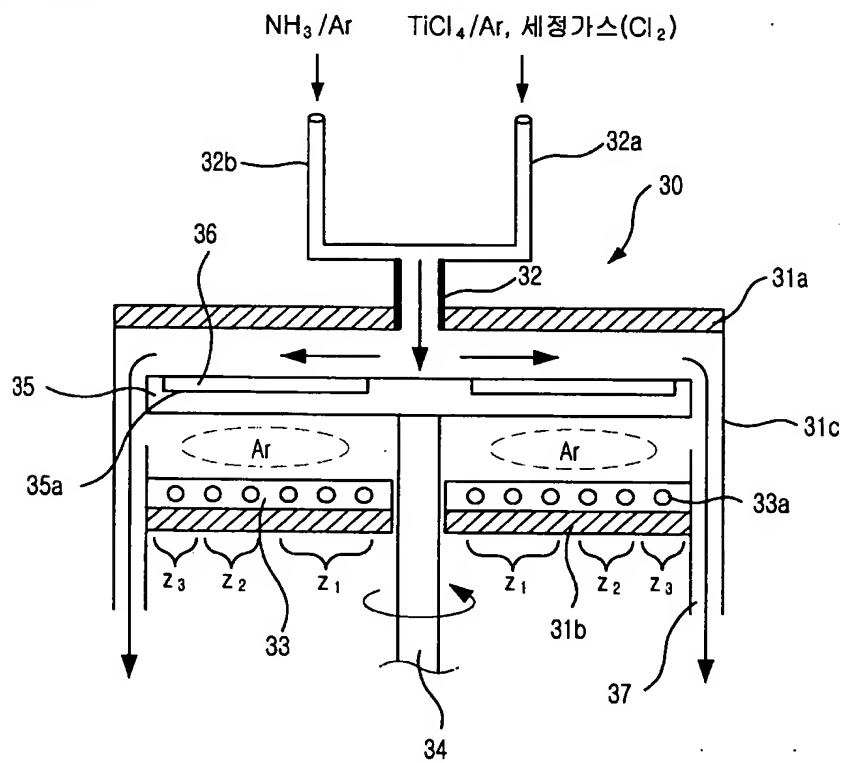
상기 세정가스는 Cl_2/Ar 의 혼합가스이되, 각각 독립적으로 주입하는 것을 특징으로 하는 배치형 원자충증착장치의 인시튜 세정 방법.

【도면】

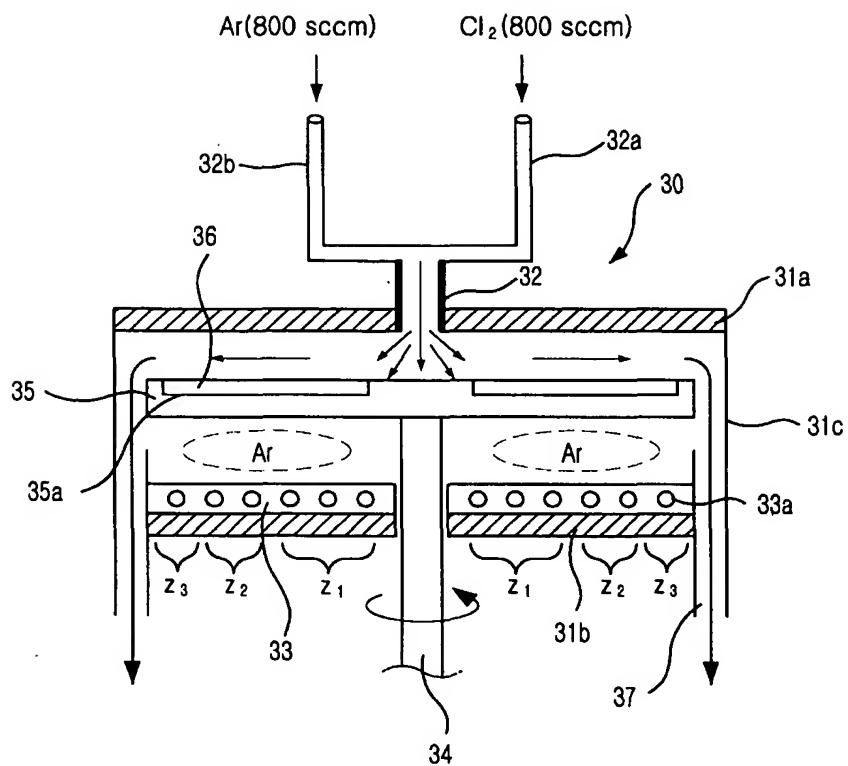
【도 1】



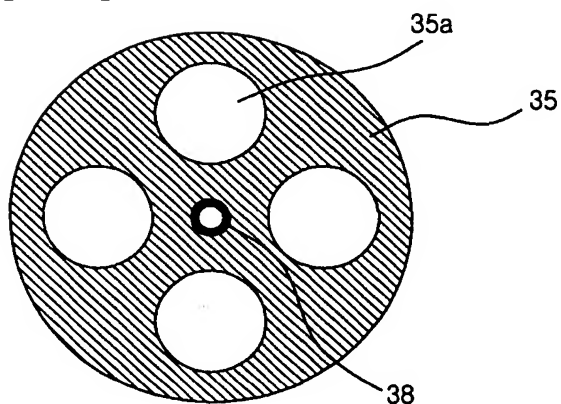
【도 2】



【도 3a】



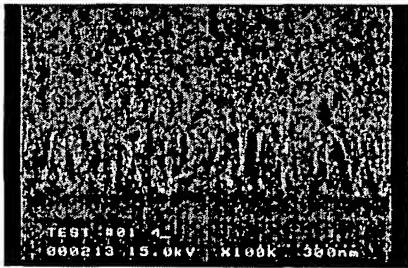
【도 3b】



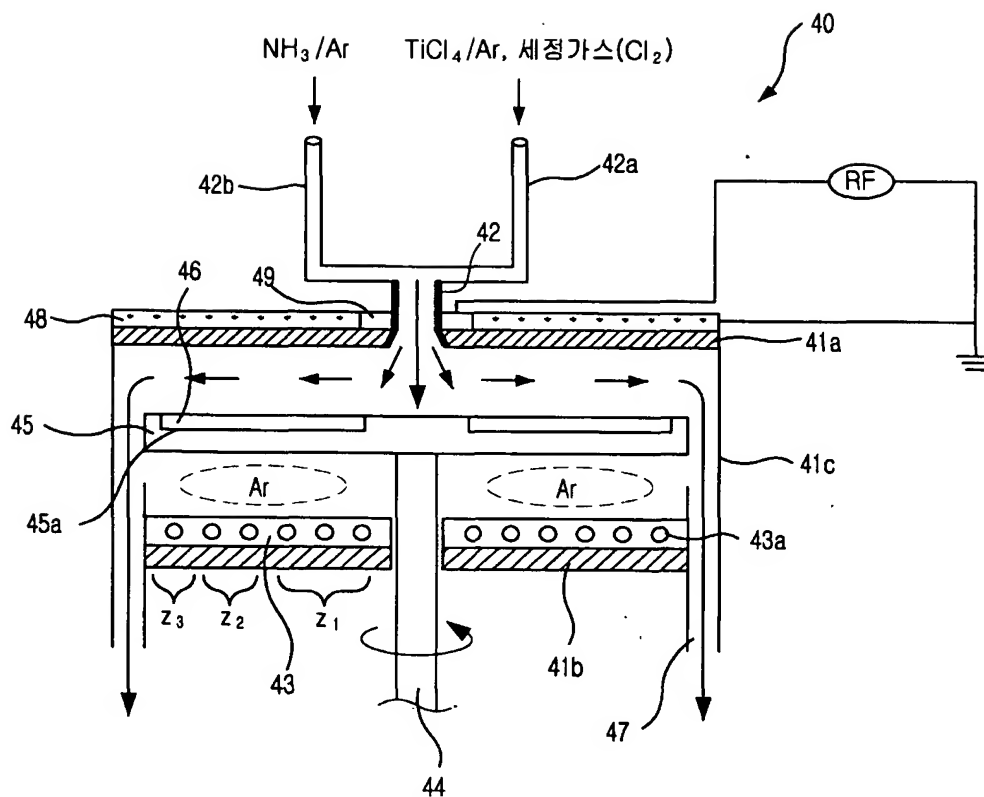
【도 3c】



【도 3d】

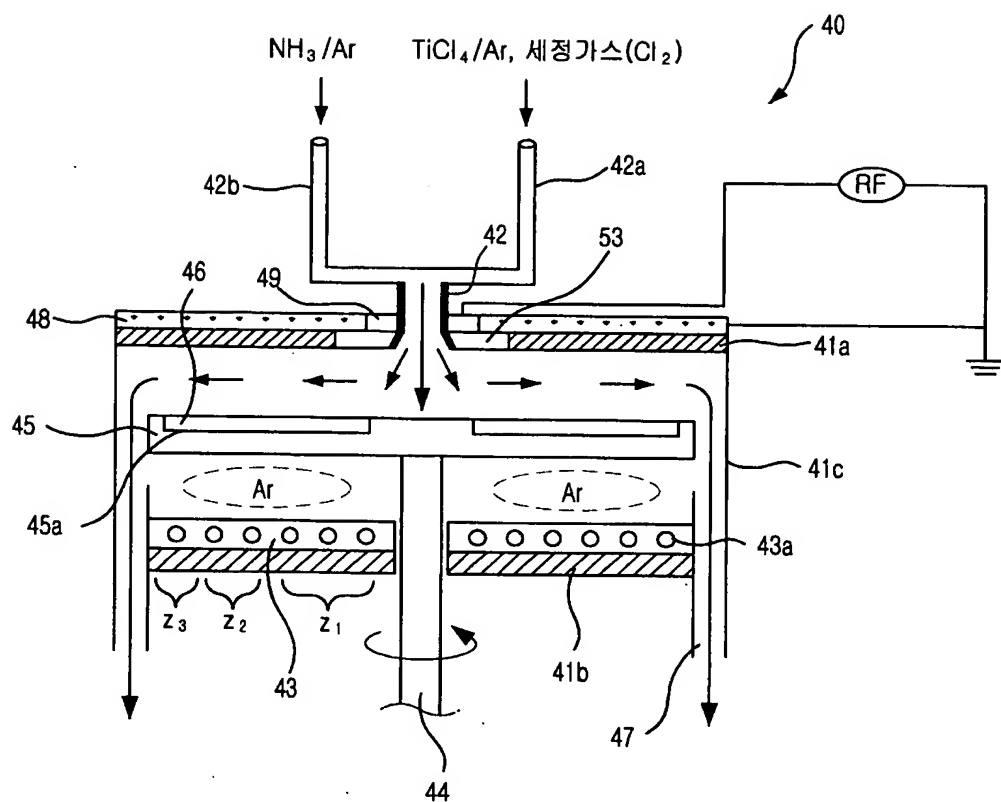


【도 4】

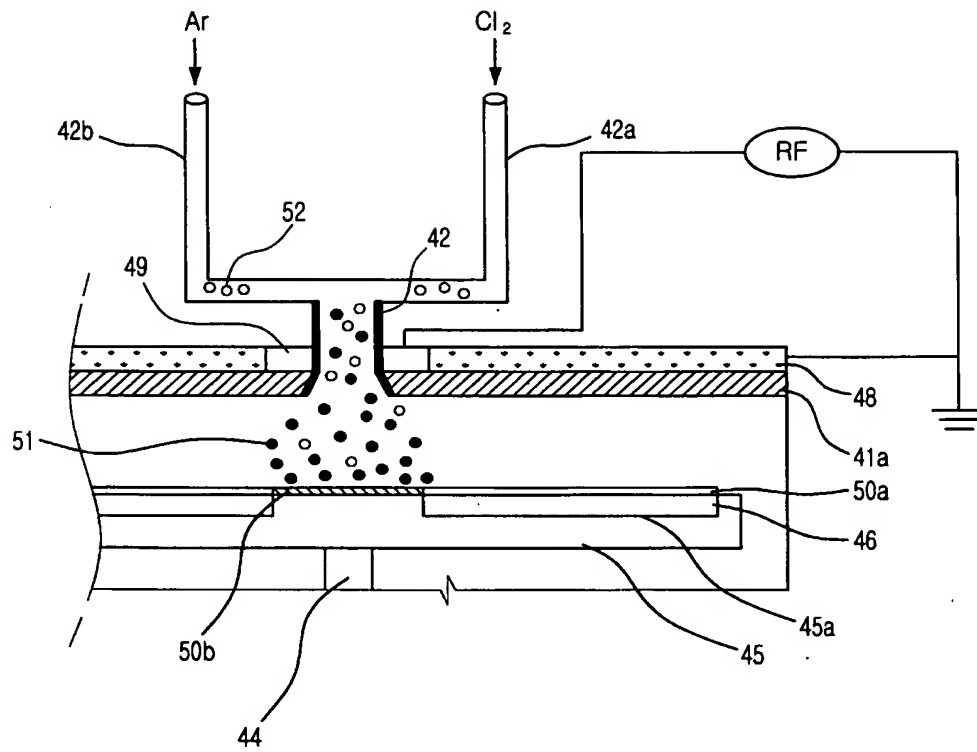




【도 5】



【도 6】



【도 7】

